

# MATKAILUMAJOITUSHANKKEEN SUUNNITTELU

Tammela Vili

Opinnäytetyö  
Tekniikka ja liikenne  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Insinööri (AMK)

2018

Tekniikka ja liikenne  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Vili Tammela	<b>Vuosi</b>	2018
<b>Ohjaaja(t)</b>	Juha Vesa		
<b>Toimeksiantaja</b>	Arctic 8 Seasons-Travel Oy		
<b>Työn nimi</b>	Matkailumajoitushankeen suunnittelu		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	21 + 17		

---

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tehdä rakennussuunnittelu, arkkitehtisuunnittelu, rakennesuunnittelu sekä kustannusarvio. Rakennussuunnitteluun kuuluu pääpiirustusten tekeminen. Arkkitehtisuunnitteluun sisältyy rakennuksen suhde muuhun ympäristöön ja maisemaan. Lisäksi sen täytyy täyttää arkkitehtuuriltaan kauneuden ja sopusuhtaisuuden vaatimukset. Rakennesuunnitteluun kuuluvat kantavien rakenteiden lujuuslaskenta sekä rakennepiirustukset.

Pääpiirustusten laatiminen aloitettiin tilaajan alustavien suunnitelmien perusteella. Rakennepiirustusten tekemisen yhteydessä laskettiin rakenteiden lujuudet käyttäen Puuninfon laskentaesimerkkiä. Piirustukset tehtiin AutoCAD-ohjelmalla. Kustannusarviossa vertailtiin hirrestä sekä kappaletavarasta tehtyä runkoa.

Suunnittelun tuloksena rakennuksista saatiin avaria sekä valoisia. Kaikki rakennukset ovat samanlaisia, joten rakentamisen tehokkuus paranee ja kustannukset alenevat. Piirustusten, lujuuslaskelmien sekä kustannusarvion perusteella hanke pystytään toteuttamaan.

**Avainsanat** rakennussuunnittelu, rakennesuunnittelu, rakenteet

**Muita tietoja** Työhön liittyy kohteen piirustuksia.

Technology, Communication and  
Transport  
Degree programme in Civil Engineering  
Bachelor of Engineering

---

---

<b>Author</b>	Vili Tammela	<b>Year</b>	2018
<b>Supervisor</b>	Juha Vesa		
<b>Commissioned by</b>	Arctic 8 Seasons-Travel Oy		
<b>Subject of thesis</b>	Planning an Accommodation Project for Tourism		
<b>Number of pages</b>	21 + 17		

---

The objective of this thesis was to make construction, architectural and structural plans and a cost estimation. The construction design includes drawing of the main drawings. In the architectural design of the buildings surrounding must be taken into consideration. The building must fulfil the demands for harmony and relate with the surrounding environment. The structural design process consists of strength calculation for the bearing structures and a structure drawing.

The main drawing process was done based on the initial designs provided by the commissioner. A strength calculation for the structural designs was calculated according to the examples found in Puuinfo. All the drawings were made with the AutoCAD software. For the cost estimate the costs of the log and sawn timber frames were compared.

As a result, for the planning process, the interiors of buildings are spacious and light. All the buildings are alike, which increases the efficiency of the construction and decreases the costs. According to the drawings, the strength calculations and the cost estimations, the project can be implemented.

<b>Key words</b>	construction design, structural design, structures
<b>Special remarks</b>	the thesis includes drawings.

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
2 RAKENNUSSUUNNITTELU .....	7
2.1 Suunnittelu .....	7
2.2 Pohjapiirustus .....	7
2.3 Julkisivupiirustus .....	8
2.4 Leikkauspiirustus .....	9
3 RAKENNESUUNNITTELU .....	10
3.1 Yläpohja .....	10
3.1.1 Mitoitus .....	10
3.1.2 Rakenne .....	10
3.2 Ulkoseinät .....	11
3.2.1 Mitoitus .....	11
3.2.2 Rakenne .....	12
3.3 Alapohja .....	12
3.3.1 Suunnittelu .....	12
3.3.2 Rakenne .....	13
3.4 Perustukset .....	13
3.4.1 Suunnittelu .....	14
3.4.2 Rakenne .....	14
4 KUSTANNUSARVIO .....	15
5 POHDINTA .....	17
LÄHTEET .....	20
LIITTEET .....	21

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Haltiapalkki	lattian pääkannattaja
Kara	Oven ja ikkunan hirsiseinään liittävä pystyrakennusosa, joka mahdollistaa hirsiseinän painumisen.
Piilosalvos	Väliseinäsalvos. Ei ulotu läpi siitä seinästä johon väli-seinä liittyy. Yleensä lohenpyrstömainen.
Salvos	hirsikehikon kahden risteävän hirren nurkkaliitos

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni käsittelee matkailumajoitushankkeen suunnittelun, tarvittavien piirustusten tekemisen sekä kustannuslaskelmat. Matkailumajoitusrakennuksilla on tarvetta, sillä turistimatkailu on huomattavaa Lapissa. Hanke koostuu 10–15 mökin rakentamisesta matkailumajoitustarkoitukseen. Rakennukset ovat keskenään samanlaisia, joten rakentamisen tehokkuus paranee sekä kustannukset alenevat. Suunnittelussa on keskitytty tekemään moderneja ja ympäristöönsä sopivia rakennuksia. Tavoitteena on tehdä valmis suunnitelma, jonka pohjalta hanke voitaisiin toteuttaa. Opinnäytetyössäni keskityn hankkeen suunnittelun eri vaiheisiin, eri rakenneratkaisujen vaihtoehtoihin ja rakennuksien sekä hankkeen toteuttamistapoihin.

Aihe valikoitui työelämäyhteyksien kautta ja siitä on hyötyä tulevaa työelämää ajatellen. Toimeksiantajana toimii Arctic 8 Seasons-Travel Oy. Rakennusten sijaintia ei vielä tässä vaiheessa ole päätetty muuten kuin että se sijoittuu Lapin alueelle.

## 2 RAKENNUSSUUNNITTELU

### 2.1 Suunnittelu

Tilaajalla oli valmiina havainnollistava piirros, jonka pohjalta suunnittelu pystyttiin aloittamaan. Rakennussuunnittelun tarkoituksena oli tehdä piirustukset rakennusluvan hakemista varten. Pääpiirustusten tekeminen ja vastuu on rakennussuunnittelijalla. (RT 2004, 2.)

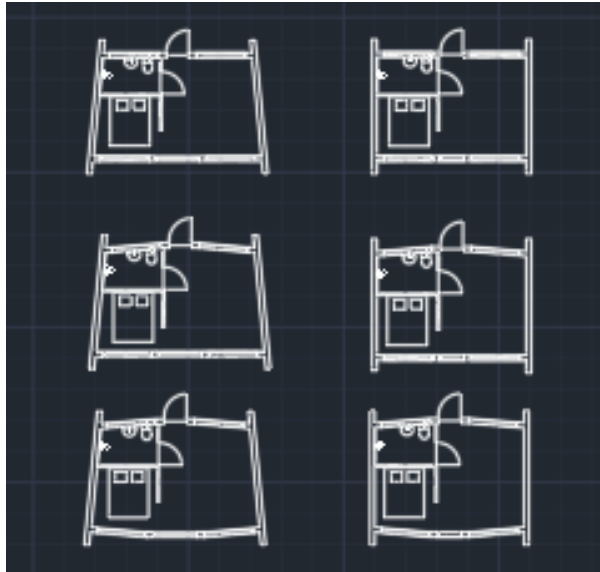
Rakentamiseen liittyy määräyksiä, joita on noudatettava. Ympärivuotuiseen käyttöön tarkoitetun loma-asunnon lämpöhäviövaatimukset ovat seinien osalta 0,24 W/m<sup>2</sup>K, hirsiseinä 0,80 W/m<sup>2</sup>K, yläpohja 0,15 W/m<sup>2</sup>K, tuulettuva alapohja 0,19 W/m<sup>2</sup>K, sekä ikkunat ja ovet 1,4 W/m<sup>2</sup>K. (RT 2014, 8). Rakennukset suunniteltiin matkailumajoituskäyttöön Lapin alueelle, joten lämpöeristeiden määrää suurennettiin vaatimuksista, jotta asumismukavuudesta saataisiin parempi. Hirsiloma-asunnossa ei tarvitse ottaa huomioon rakenteiden eristävyyskompensointilaskentaa.

Suunnittelun aikana täytyi tilaajan kanssa olla riittävästi yhteydessä ja keskustella jo aikaansaaduista piirroksista, jotta saatiin tilaajaa miellyttävät ratkaisut. Kun julkisivupiirroksiset saatiin tilaajan haluaman mukaisiksi, voitiin rakennussuunnittelun tarkempi tarkastelu aloittaa.

### 2.2 Pohjapiirustus

Pohjapiirros tulee tehdä asian vaatimalla tarkkuudella, ja sen täytyy täyttää tilasuunnittelultaan, mitoitukseltaan sekä rakenteiden ratkaisuiden ja ominaisuuksien osalta määräysten vaatimukset. Pohjapiirroksiset tehdään rakennuksen jokaisesta kerroksesta. (RT 2004, 7.)

Pohjakuva piirrettiin tilaajan hahmotelmien mukaan. Tein kuusi hieman toisistaan poikkeavaa hahmotelmaa, joista tilaaja valitsi mieleisensä. Mökit ovat 25 m<sup>2</sup> suuruisia ja niissä ovat makuuhuone, pesuhuone sekä olohuone. Mökeistä haluttiin mahdollisimman avarat ja lisäksi ikkunapinta-alaa haluttiin paljon, jotta maisemia pystyttäisiin katselemaan mökin sisältäkin. (Kuvio 1.)

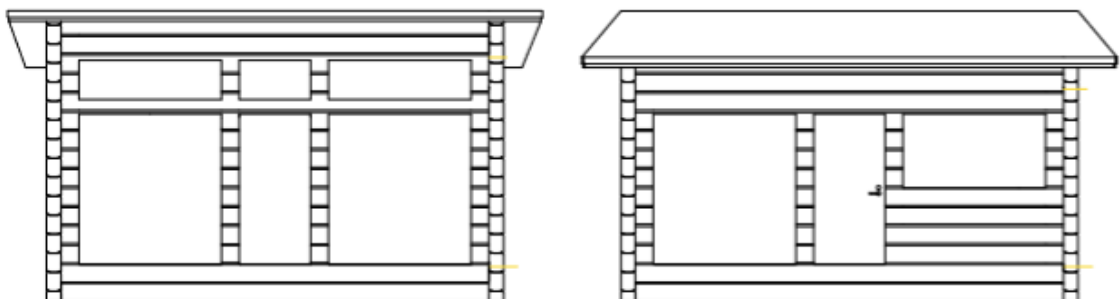


Kuvio 1. Pohjakuva hahmotelmia, joista oikealla ylin on tilaajan valinta

### 2.3 Julkisivupiirustus

Rakentaminen täytyy täyttää arkkitehtuuriltaan kauneuden ja sopusuhtaisuuden vaatimusten lisäksi myös sen, että sillä on hyvä suhde ympäröiviin rakennuksiin sekä maisemaan. Piirrokset laaditaan jokaisesta rakennuksen sivusta, ja niissä tulee ilmetä myös vesikaton näkyvät osat. (RT 2004, 7.)

Pohjoiseen ja etelään päin tilaaja halusi mahdollisimman paljon ikkunapinta-alaa, jotta rakennuksen sisältä pystyttäisiin myös katselemaan maisemia. Julkisivupiirroksien tekemisen jälkeen hyväksytin ne tilaajalla, jotta pystyin aloittamaan leikkauskuvien piirtämisen ja rakenteidensuunnittelun sekä niiden kestävyysmittaamisen. (Kuvio 2.)



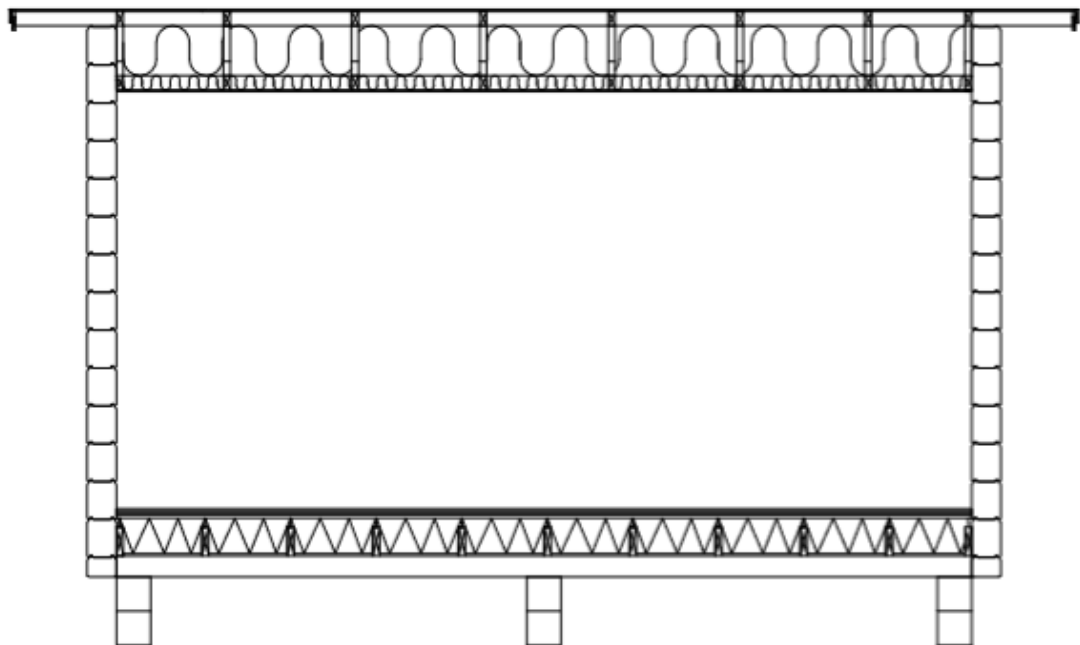
Kuvio 2. Julkisivukuva etelään ja pohjoiseen



## 2.4 Leikkauspiirustus

Leikkauspiirustuksesta täytyy selvittää rakennuksen rakenteiden ja ominaisuuksien tarpeelliset kohdat. Pysty- ja vaakasuuntaiset rakenteet kuvataan leikattuina. Piirrokset tehdään pituus- ja poikkisuuntaan rakennuksen olennaisilta kohdilta. (RT 2004, 7.)

Leikkauspiirustuksia piirtäessä suunnittelin rakenteet ja laskin niiden kestävyudet. Rakennukset suunniteltiin tulevan hirrestä, joten hirren painuminen oli otettava huomioon rakenteita suunniteltaessa. Suuret ikkunapinta-alat vaikeuttivat rakenteiden kestävyys suunnittelua, sillä halusin rakennuksen olevan kokonaan hirsinen. Palkkien ja pilariyhdistelmien pois jättäminen rakenteesta poistaa tarvittavien säätöjalkojen säätämisen sekä niiden mahdollisten virheellisten säätöjen aiheuttamat ongelmat. (Kuvio 3.)



Kuvio 3. Leikkauskuva

### 3 RAKENNESUUNNITTELU

#### 3.1 Yläpohja

Vesikaton on estettävä veden ja lumen pääseminen kattorakenteisiin, seiniin ja sisätiloihin. Veden ja lumen tunkeutuminen estetään yleensä vesikatteella. Ulkonevat räystäät suojaavat ulkoseinärakenteita, erityisesti seinien yläosia. Katto on suunniteltava ja rakennettava niin, että vesi pääsee poistumaan rakennusta vahingoittamatta. Vesikatteella on oltava riittävä kaltevuus ja tiiveys veden poisjohtamiseksi. Katteen on kestettävä ilmastorasitukset, lumen ja jään aiheuttamat rasitukset, lämpötilavaihtelut sekä mahdollisten huoltotoimenpiteiden vaatima liikkuminen katolla. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 1998, 38, 40.)

Yläpohja altistuu muita rakennusosia herkemmin ilmavuodoille ja sisäilman vesihöyryn konvektiolle. Katon tuuletus on rakennettava ja suunniteltava siten, ettei kattoon kerky haitallisia määriä kosteutta ja että rakenteisiin mahdollisesti pääsevä kosteus kuivuu. Puurakenteisen yläpohjan höyry- ja ilmatiiviys varmistetaan höyrynsululla, joka asennetaan lämmöneristyksen sisäpintaan. Yläpohjan ja seinien höyrynsulut liitetään toisiinsa tiiviisti. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 1998, 42.)

##### 3.1.1 Mitoitus

Kattoristikon mitoitukseen en ottanut kantaa, sillä ristikkotehdas laskee itse niiden kestävyudet. Ristikoksi valitsin hartiakannatteisen ristikon, jotta kattorakenne saataisiin näyttämään hyvältä mökkiin suhteutettuna. Ristikot lepäävät ikkunoiden ylimenohirren päällä, joiden kestävyden laskin ulkoseiniä mitoittaessa.

##### 3.1.2 Rakenne

Vesikatteeksi valittiin tiivissaumakate. Katteen alustan täytyy olla tasainen ja taipumaton, jotta katteen vahingoittumiselta välttyttäisiin. Alustaksi valitsin kattova-

nerin 18 mm, koska se on nopeampi asentaa kuin raakaponttilaudoitus. Yläpohjaan tulee 400 mm puhallusvillaa eristeeksi. Ristikon alapaarteen alapuolelle nimitetään höyrynsulkupahvi. Sisäverhouksena käytetään kattopaneelia.

### 3.2 Ulkoseinät

Ulkoseiniin kohdistuu kosteusrasituksia ulko- ja sisäpuolelta. Suurin ulkopuolinen kosteusrasite on vesi. Sisäpuolelta rasitteena on vesihöyry, joka siirtyy rakenteisiin diffusoitumalla sekä vesihöyryn konvektiolla sisäpuolelta tulevien ilmavirtausten mukana. Diffusoituvan vesihöyryn pääseminen rakenteisiin estetään oikeilla höyrynvastuksen valinnoilla. Vesihöyryn konvektio estetään ilmansululla, ilmatii- viillä ainekerroksella ja rakennuksen painesuhdanteiden avulla. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 1998, 30.)

Rakennesuunnittelussa tulee aina ottaa huomioon vesihöyryn diffuusion ja ilmavirtausten muodostama riski. Osat rakennetyypit ovat toimintavarmoja ilman erillistä höyryn- ja ilmansulkua tai tuulensuojaa. Muihin rakenteisiin on syytä lisätä erillinen höyryn- ja ilmansulku sekä tuulensulku. Höyrynsulku asennetaan yleensä lämpimälle puolelle lähelle rakenteen pintaa. Tuulensuoja estää ulkopuolelta tulevia tuulen ja lämpötilaerojen aiheuttamia ilmavirtauksia, joten se asennetaan lämpöeristeiden ulkopuolelle. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 1998, 30.)

#### 3.2.1 Mitoitus

Hirrestä rakennettaessa täytyy ottaa huomioon hirren painuminen. Tyypillisen painumisen aiheuttavat puun ja saumojen painumien sekä puun kuivumisesta aiheutuva kutistuminen. Hirsiseinä painuu 10–50 mm jokaista korkeusmetriä kohden riippuen hirren laadusta. (Puuinfo.) Hirsiseinät eivät vaadi erillistä höyryn- ja ilmansulkua tai tuulensuojaa.

Ulkoseinien ikkunan ylimenohirren mitoitusta laskiessa käytin Puuinfon sivuilta löytyvää suunnitteluohjetta, jonka perusteella palkit ovat mitoitettu kestäämään (Liite 5 ja 6). Ikkuna- sekä oviaukkoihin suunnittelin n. 70 mm painumavaran, joka

eristetään mineraalivillalla. Nurkkasalvokset toteutetaan piilolohenpyrstösalvoksella, joka muistuttaa kantavien väliseinin liitossalvosta.

### 3.2.2 Rakenne

Mökin seinämateriaaliksi valitsin hirren, mutta kustannusvertailuun otin huomioon myös kappaletavararungon sekä Polar Housen lämpöhirsielementin. Hirren hintoja kysyin muutamilta Lapissa sijaitsevilta hirsitehtailta hinnan vertailemiseksi.

Hirret tapitetaan niille valmiiksi tehtyihin reikiin, jotta seinän liiallisilta sivusuuntailta taipumisilta vältytään. Hirsien väliset eristeet ovat valmiiksi asennettuina tehtaalla. Valmis hirsikehikko kiristetään kierretangoilla ja pulteilla. Tämän kiristystyksen avulla saadaan kehikko tiiviiksi ja hirren kokonaispainumaa pienemmäksi. Kontion hirsitoimituksen laskennalliseksi painumaksi ilmoitettiin 70 mm, joten käytin ikkuna- ja oviaukkojen laskennallisena painumavarana samaista 70 mm. Ikkuna- ja oviaukkojen pystysivuille laitetaan karapuut, jotka mahdollistavat hirsiseinän painumisen. Karaurat sekä karat ovat jo hirsitehtaalla valmiiksi tehtyinä.

## 3.3 Alapohja

Ryömintätilaisessa ratkaisussa on olennaista pitää tuleva kosteuskuormitus pienenä. Kosteudet voivat tulla pohjavedestä tai rakennuksen sivuilta imeytyvistä pintavesistä. Pahimmillaan sade- ja pintavedet pääsevät valumaan rakennuksen alle. Kosteutta tulee myös tuuletusilman mukana, mikä on varsinkin keväällä merkittävä ilmiö, sillä ryömintätila on viileämpi kuin ulkoilma. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 1998, 27.)

### 3.3.1 Suunnittelu

Täysin tuulettuva rossipohja on radonin kannalta turvallisin vaihtoehto. Rakenne on kosteusteknisesti hyvin toimiva. Ulkoilman lämpötila ja kosteus pysyvät samoina tuuletustilassa. Lattiarakenteen kannattajat tulevat puusta, jolloin on ehdottoman tärkeää, ettei liiallista kosteutta pääse kertymään tuuletustilaan. Lattianiskojen alapuolelle niiden keskikohtaan tulee haltiapalkki, jotta niskat eivät pääse taipumaan liian paljon.

### 3.3.2 Rakenne

Alapohja toteutetaan täysin tuulettuvalla ryömintätilalla eli rossipohjana. Haltiapalkkina käytetään 2 kpl 48x148 painekyllästettyä lankkua naulattuna kiinni toisiinsa tukevasti. Haltiapalkki toimii lattianiskojen kannattimena. Lattianiskat tulevat 48x198 lankuista joiden väliin rossipohjaeriste laitetaan. Lattianiskojen jakona käytetään k600. Rossipohjaeristeen päälle tulee 22 mm vaneri. Vaneri toimii myös rakennusaikaisena suojana, joten erillistä lattian suojausta ei tarvita. Vanerin päälle tulee kipsilevykaistoja, joiden väliin lattialämmitys asennetaan. Lattialämmityskaapelin urat täytetään lattiatasoiteella. Näiden päälle tulee ehjä kipsilevylevytys. Pintamateriaaliksi tulee lankkuparketti.

### 3.4 Perustukset

Pohjarakenteita suunniteltaessa on otettava huomioon ilmasto, maaperä, pohja-, pinta-, ja avovedet sekä lähellä olevat rakennukset. Pohja- ja maarakenteet on suunniteltava, mitoitettava ja rakennettava siten, että rakenteiden painumat, kiertymät, siirtymät ja muodonmuutokset pysyvät niin olemattomina, ettei niistä pääse syntymään haittaa rakenteille, eikä niihin pääse syntymään pysyviä muodonmuutoksia. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2004, 13.)

Anturaperustukset mitoitetaan geoteknisesti siten, että perustusten painumat ja painumaerot pysyvät rakenteen sietämissä rajoissa eikä maapohja pääse murtumaan. Anturanperustusten avulla pilari- ja seinäkuormat jaetaan maapohjalle. Anturan kantokyky mitoitetaan kantavuuskaavalla, jossa otetaan huomioon perustussyvyys, perustusten koko, kuormitusresultantin vinous sekä tarvittaessa maanpinnan kaltevuus. Geoteknisen mitoituksen tärkein osa on painumien ja painumaerojen laskenta, koska ne yleensä ratkaisevat pystytäänkö anturaperustusta käyttämään. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2004, 17,18.)

### 3.4.1 Suunnittelu

Anturan tarkoituksena on jakaa rakennuksen kuormat maapohjalle. Antura raudoitetaan suunnitelmien mukaisesti pysty- ja vaakaraudoituksella. Valmisanturamuotit nopeuttavat rakentamista niiden nopean ja helpon asennuksen ansiosta. Valettua muottia ei tarvitse purkaa, jolloin ei synny purkujätettä.

Harkkoperustuksessa anturan päälle muurataan harkoista perustus. Harkkoperustus sopii useimpiin maaperiin ja maastoihin. Valettavat harkot ladotaan päällekkäin haluttuun korkoon, aukot raudoitetaan suunnitelmien mukaisesti pysty- ja vaakaraudoituksilla, tarvittaessa rakenne tuetaan valun ajaksi. Betonin tiivistyminen varmistetaan täryttimellä. Valettavia betoniharkkoja ja raudoitusta käyttämällä saadaan hyvä kestävyys maanpainetta vastaan. Harkko on myös materiaalina ilmanpitävää, joten niiden pintakäsittelyvaatimukset ovat vähäisiä. (Lammi-Perustus Oy.)

### 3.4.2 Rakenne

Rakennuksen alalta poistetaan riittävältä syvyydeltä pintamaat. Täyttömaana käytetään routimatonta maata. Anturoiden alle sekä rakennuksen koko alalle tulee routaeristeet. Anturan betonivalun yhteydessä asetetaan tartuntaraudoitus, jolla harkkoperustuksen ja anturan liitoskohdasta saadaan kestävä. Harkot ladotaan päällekkäin haluttuun korkoon, raudoitetaan pystyraudoituksella ja valetaan betonilla. Perustusten ympärille ajetaan lisää täyttömaita ja routaeristeillä kierretään perustusten ulkopuoli. Täyttömaiden yhteydessä asennetaan salaojaputket. Perustusten päälle asennetaan kapillaarikatko huopakaistaletta käyttäen.

#### 4 KUSTANNUSARVIO

Kustannusarviossa keskityin vertailemaan materiaalivaihtoehtojen kustannusvertailuja (Liite 7). Työn osuutta en laskenut kustannusarvioon. Hirrestä rakentaminen on kallista, mutta sen kestävyys, hengittävyys sekä rakentamisen nopeuden ansiosta se on hyvä rakennusmateriaalivaihtoehto. Kappaletavarasta tehty rakennus on rakennusmateriaalina halvempaa, mutta siitä rakentaminen on työläämpää, joten kokonaishintaero pienenee. Rakennusmateriaalin valitsemiseen vaikuttavat myös tilaajan haluama aikataulu kohteen valmistumisesta, sillä hirsikehikon pystyttäminen onnistuu päivän aikana, kun taas kappaletavarasta tehtynä aikaa kuuluu noin viikon verran.

Kustannusarviossa erittelin mökin eri osa-alueisiin, jotta saisin siitä yksinkertaisen ja mahdolliset tilaajan materiaali muutostöiveet olisi helppo korjata. Rakenteiden osa-alueisiin kuuluvat perustukset, alapohja, märkätilat sekä yläpohja. Materiaalien kustannuslaskelmiin otettiin huomioon materiaalin menekki, hukkaprosentti sekä materiaalin hinta. (Taulukko 1.)

Taulukko 1. Perustusten kustannusarvio

Perustukset	materiaali menekki	yksikkö	hukka %	materiaali kustannus €	kustannus yhteensä €
Routaeriste XPS	45	m <sup>2</sup>	1,1	10,69	529,155
Antura (Lammin-tassu)	11	kpl	1	26,4	290,4
Harkko	33	kpl	1	2	66
Betoni	1,5	m <sup>3</sup>	1,1	106,5	175,725
salaojitus	40	m	1	4,33	173,2
Routaeriste EPS	36	m <sup>2</sup>	1,1	3,26	129,096

Rakennuksen seinämateriaaleissa vertailin kappaletavarasta sekä hirrestä tehtyä runkoa. Kappaletavarasta tehtynä materiaalikustannukset ovat pienempiä, mutta niistä rakentaminen on työläämpää, joten todellinen hintaero on pieni. (Taulukko 2.)

Taulukko 2. Kappaletavaraseinän kustannusarvio

Seinäpinta-ala	50m2				
Ulkoverhouspaneeli (hirsi)	250	m	1,1	2,9	797,5
koolaus 22x100	100	m	1,1	0,73	80,3
tuulensuojalevy 12mm	50	m2	1,15	2,86	164,45
Runkotolppa 48x198	130	m	1,1	3,41	487,63
Villa 2kpl 100mm	100	m2	1,1	9,95	1094,5
Höyrynsulku	50	m2	1,15	0,92	52,9
koolaus 22x100	90	m	1,1	0,73	72,27
sisäverhouspaneeli (hirsi)	192	m	1,1	2,5	528
Liimapuupalkki 90x270x6000	4	kpl		160	640

YHT: 3917,55 alv. 0%

Hirsiseinän materiaalit ovat kalliimpia, mutta rakentaminen on huomattavasti nopeampaa. Hirsien välinen eristys on asennettu valmiiksi jo tehtaalla, tapitus sekä kiristysurat on porattu tehtaalla sekä ikkuna- ja oviaukkojen karasyvennykset ja karapuut ovat valmiina. (Taulukko 3.)

Taulukko 3. Hirsirungon kustannusarvio

Kemijärven hirsi	menekki	yksikkö	hukka %	materiaalin hinta	kustannus yht €
Hirsi + oheismateriaali	245	m	1	39,9	9775,5
Hirsipaneeli	46	m	1,1	2,9	146,74

YHT: 9922,24 alv. 0%

Kustannusarvioon pyysin sähköpostilla ja soittamalla tarjouspyyntöjä hirsien hinnoista muutamilta hirsitehtailta. Tarjouksiin tuli erittäin huonosti vastauksia, joten hirsien hinta voi muuttua kustannusarviosta. Muista rakennusmateriaaleista en pyytänyt tarjouksia, joten hankkeen kokonaiskustannus voi olla hieman halvempi, jos rakennusmateriaaleista saa alennusta. Kustannusarvion laskemisessa käytin Rakennusosien kustannuksia 2018 kirjaa.

Hirrestä tehtynä rakennuksen kustannusarvio on 25 000 €/Alv 0%. Kappaletavarasta tehtynä 19 000 €/Alv 0%. Kustannusarvio ei sisällä työn hintaa eikä kaikkia LVIS-materiaaleja.



## 5 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä matkailumajoitushankkeeseen tarvittavat suunnitelmat, piirustukset sekä kustannusarvio. Suunnitteluprosessi kattaa rakennus- ja rakennesuunnittelun sekä arkkitehtisuunnittelun. Rakennus- ja arkkitehtisuunnittelu ovat keskeisimmät asiat hankkeen aloituksessa, joten niistä on syytä tehdä tilaajan toiveiden mukaiset. Tässä opinnäytetyössä esitin suunnitteluprosessin keskeisimpiä asioita sekä oman suunnitteluni aikaan saannoksia.

Suunnittelunprosessissa on ehdottoman tärkeää keskustella kaikkien hankkeeseen kuuluvien henkilöiden kanssa. Tämä vaatii aktiivista sosiaalista kanssakäyntiä riittävällä laajuudella, jotta hankkeeseen liittyvät osapuolet ovat keskenään selvillä tavoitteista sekä hankkeen etenemisestä. Suunnittelu aloitettiin tilaajan kanssa palaverilla, jossa tilaaja esitti omat toiveensa hankkeen suhteen. Tilaajalla oli valmiina hahmotelmia rakennuksesta, joiden pohjalta aloitin suunnitteluprosessin. Tein tilaajalle rakennuksesta muutamia hieman toisistaan eroavia pohjapiirroksia, joista tilaaja valitsi mieleisensä. Tilaajalla oli toiveena saada rakennuksen sisätilasta mahdollisimman avara sekä valoisa. Toiveena oli saada vinosisäkatto ja huonekorkeudeksi korkeimmasta kohta noin kolme metriä. Tilaaja halusi myös paljon ikkunapinta-alaa rakennukseen, jotta maisemien katselminen olisi mahdollista myös rakennuksen sisältä. Seinämateriaaliksi tilaaja toivoi hirttä mutta kustannusvertailun vuoksi otin kappaletavarasta tehdyn rungonkin mukaan, jossa pinnat ovat hirsipaneelista.

Arkkitehtuurisesti rakennuksen suunnittelu oli haastavaa, sillä kolme metrin huonekorkeus pinta-alaltaan pieneen mökkiin tekee siitä helposti tornimaisen rakennuksen. Tornimaisuuden välttämiseksi suunnittelin kattoristikoksi hartiakannatteiset ristikot, jolla toimenpiteellä katto saataisiin osaksi piilotettua seinärakenteisiin eikä se olisi enää niin massiivisen näköinen. Myös suuret ikkunapinta-alat tuottivat hieman haastetta suunnittelussa, koska hirsipuu tarvitsee painumiseen varauksia. Mielestäni rakennuksista tuli arkkitehtuurisesti moderneja sekä toimivia ratkaisuja eivätkä ne erotu häiritsevästi ympäröivästä maisemasta.

Rakennesuunnittelussa keskityin rakenteiden lujuuksien ja jäykkyyksien kestämiin. Hirrestä tehdyissä rakennuksissa täytyy ottaa painuminen huomioon ja tämä lisäsi hieman haastetta suunnitteluun. Mielestäni paras ratkaisu on tehdä koko rakennus hirrestä ja jättää mahdolliset pilari- sekä palkkiyhdistelmät pois, jotta välttyttäisiin vääriltä pilarien säädöiltä sekä rakenteesta saataisiin yksinkertaisemmin riittävän jäykkä. Suunnittelussa täytyi ottaa huomioon ikkuna- ja ovi-aukkojen koot, jotta niiden ylimenevät hirret kestäisivät niihin kohdistuvat kuormat. Ylimenohirsien lujuudet mitoitin laskemalla ”Puuinfon sivuilta löytyvällä laskentaesimerkillä”. Tässä rakennuksessa ylimenohirret ovat jopa ylimitoitettu kestämiin kuormat, koska hirsien jaon suunnittelin niin että aukkoihin jäisi mahdollisimman ehjät hirret. Ylä- ja alapohjan eristemääriä lisäsin vaatimuksista, jotta asumismukavuus talviaikaan olisi parempi.

Kustannuslaskelmat tein Excel-tiedostolla käyttäen apuna ”Rakennusosien kustannuksia 2018 kirjaa”. Rakennuksen erittelin eri osa-alueisiin, jotta se helpottaisi kustannuksien katsomista ja mahdolliset tilaajan materiaalitoivemuutokset olisi helppo korjata. Kustannusarviossa vertailin hirsistä, kappaletavarasta sekä lämpöhirsielementti vaihtoehtoja. Pyysin hirsien hintoja muutamilta Lapin alueella toimivilta hirsitehtailta. Vastauksia hintapyyntöihin tuli erittäin huonosti ja osa hinnoista oli vain suuntaa antavia. Hankkeen edetessä suosittelen tilaajan pyytämään uudet tarjoukset hirsien hinnoista, jotta niistä saataisiin todellinen kilpailukykyinen hinta. Tähän työhön ei tullut kuin yhdeltä hirren valmistajalta riittävän kattava vastaus hirren hinnasta. Myös muut rakennusmateriaalit on syytä kilpailuttaa.

Suunnittelussa käytin apuna RT-kortistoa sekä Suomen rakentamismääräyskoelmaa. Myös Puuinfon ja Lammin-Perustus Oy lähteet ovat luotettavia. Lähteiden etsimisessä pyrin rajaamaan lähteeni varmasti luotettaviin. Opinnäytetyön tuloksena on valmis hankesuunnitelma, jonka pohjalta tilaaja pystyy toteuttamaan hankkeen. Työssä tuli esille itselleni riittävästi haasteita varsinkin arkkitehti- ja rakennesuunnittelun osalta. Mielestäni sain aikaiseksi hyvät ja yksinkertaiset suunnitelmat. Eniten työssäni jäi harmittamaan kustannusarvion luotettavuus sillä hirsien hinnoista ei tullut vertailuja.

Kokonaisuudessaan opinnäytetyöstä jäi hyvä kokemus sekä opin paljon uusia asioita. Aiheestani on todella paljon hyötyä tulevaa työelämää ajatellen. Parhain hyöty tämän hankkeen tekemisestä tulisi, jos pääsisi vielä toteuttamaan hankkeen kokonaisuudessaan. Pääsin haastamaan itseäni suunnittelun eri vaiheissa ja pystyn hyödyntämään tässä työssä saamiani tietoja ja taitoja tulevaisuudessa erilaisissa suunnitteluhankkeissa.

## LÄHTEET

Lammi-Perustus Oy. Harkkoperustus ja pilariharkkoperustus. Viitattu 1.3.2018 <http://lammi-perustus.fi/suunnittelijoille/harkkoperustus/>.

Lindberg, R., Kivimäki, C. & Hotinen, H. 2018. Rakennusosien kustannuksia 2018. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Puuinfo 2011. Puurakenteiden suunnittelu. Lyhennetty suunnitteluohje. Viitattu 5.2.2018 <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/eurokoodi-5-lyhennetty-ohje-puurakenteiden-suunnittelu/eurokoodi-5-lyhennetty-ohje-puurakenteiden-suunnittelu/eurokoodi5lyhennettysuunnitteluohjeweekkolmaspainos10913rilinkorjauksin.pdf>.

Puuinfo. Hirsitalon suunnittelu. Viitattu 7.2.2018 <http://www.puuinfo.fi/puu-tieto/puurakenteet/hirsitalon-suunnittelu>.

RT 2004. Pääpiirustukset, erityissuunnitelmat ja selvitykset 15-10824. Helsinki: Rakennustieto Oy.

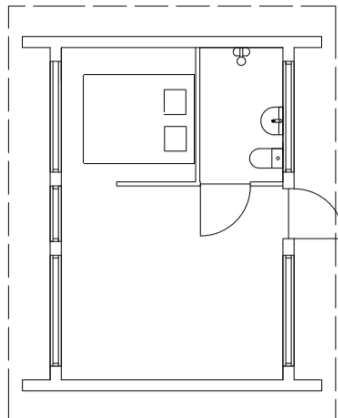
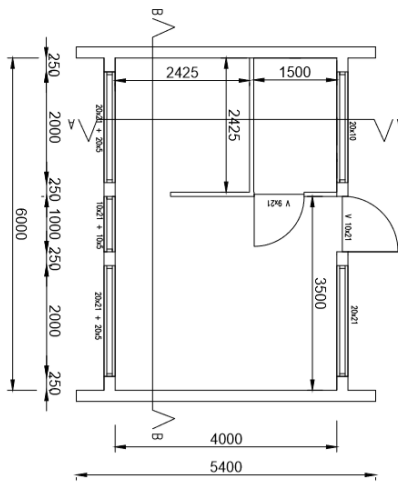
RT 2014. Hirsitalon suunnitteluperusteet 82-11168. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Suomen rakentamismääräyskokoelma 1998. C2: Kosteus rakentamisessa. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Suomen rakentamismääräyskokoelma 2004. B3: Pohjarakenteet, Määräykset ja ohjeet. Helsinki: Ympäristöministeriö.

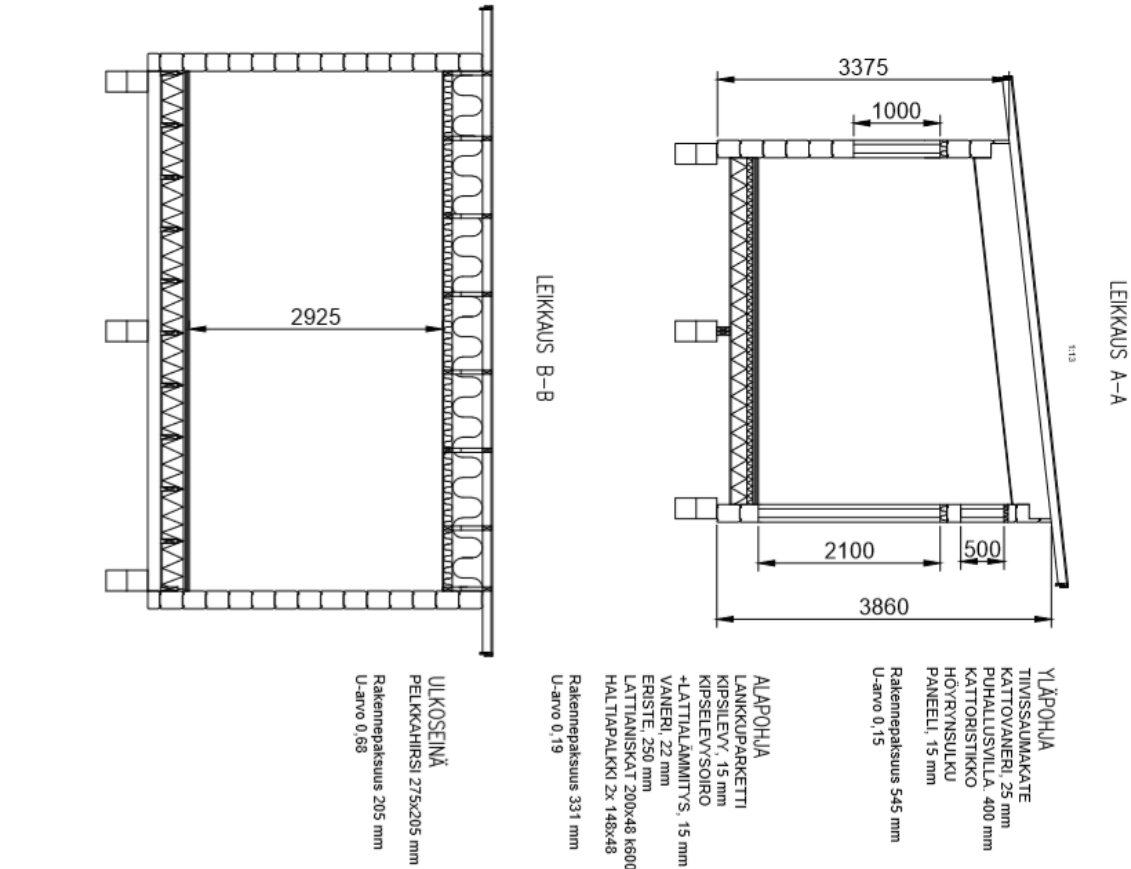
## LIITTEET

- Liite 1. Pohjakuva
- Liite 2. Leikkauskuva
- Liite 3. Julkisivut
- Liite 4. Perustuskuva
- Liite 5. Ikkunapalkin mitoitus 2m
- Liite 6. Ikkunapalkin mitoitus 1m
- Liite 7. Kustannusarvio

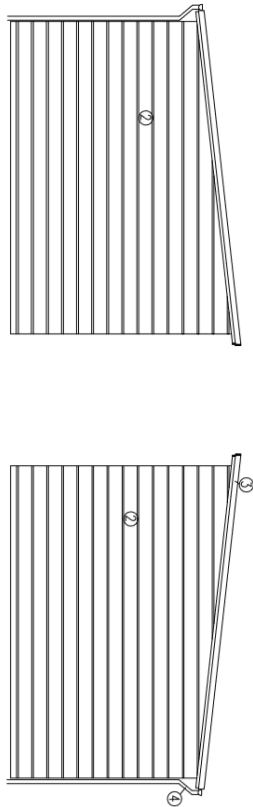
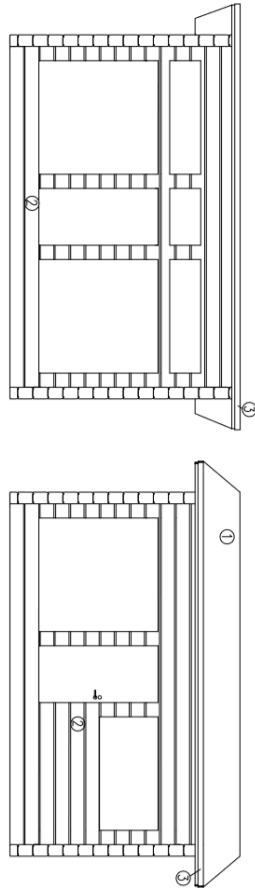


LAAJUUSTIEDOT	25 m2
HUONEALA	
KERROSALA	28,2 m2
Vrt. 250 mm ulkoseinä	29,1 m2
Tilavuus	97,4 m3

Andika/No	Indikator	Penilaian	Aspeknya
UUDIRAKENNIS	Penilaian	PARAFIRASTUS	
Informasi dan komunikasi	Informasi dan komunikasi	POHAKOMA	1:50
UUDIRAKENNIS	Penilaian	PARAFIRASTUS	
Informasi dan komunikasi	Informasi dan komunikasi	POHAKOMA	1:50



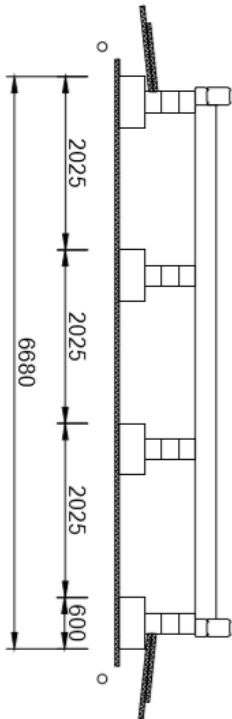
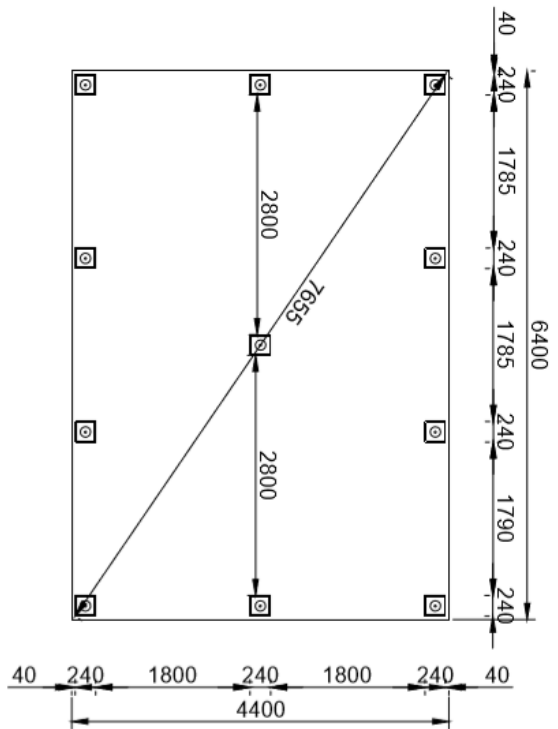
K.veiv/P.veiv	Kuutiok/m <sup>3</sup>	Tonnit/m <sup>3</sup>	Veroyhteinen asennusturvallisuus arvio	Asennus
Rakennustarvike UUDISRAKENNUS			Pääpiirustus	Asennus
Rakennuksen nimi ja osoite			Rakennuksen osat	Asennus
			LEIKKAUKSET A-A ja B-B	1:50
Suorittajan vastuullinen ja vastuullinen VILU TAMMELA			Suorittajan, työn valvoja ja päävalvoja nimenä	Muutos
			ARK 002	



1. Tiivissuunnitelma, Musta
2. Pelkkäkirjoitus 275x205, Ruskea
3. Raystasautta 100x19, Valkoinen
4. Vesikouru ja syökytorni, Valkoinen

[illegible]



[illegible]

Palkin materiaali				Ristikikon tukireaktiot omapaino ja lumikuorma			
f <sub>m,k</sub> (taivutus syriällään)	24	N/mm <sup>2</sup>		$F_{g,k} = \frac{L}{2} \cdot s \cdot g_{k1} + k \cdot s \cdot g_{k2}$			
f <sub>vk</sub> (leikkaus syriälläään)	4	N/mm <sup>2</sup>		$F_{q,k} = \left( \frac{L}{2} + k \right) \cdot s \cdot q_k$			
f <sub>c,90deg,k</sub> (puristus poi	2,5	N/mm <sup>2</sup>					
E <sub>mod</sub> (kimmomoduli)	11000	N/mm <sup>2</sup>					
γ <sub>m</sub> (materiaalin osavarr	1,4			omapaino (F <sub>g,k</sub> )	1,04	kN	
k <sub>1</sub> h (korjaus kerroin kun	1,0246			lumikuorma (F <sub>q,k</sub> )	7,425	kN	
				kok. kuorma	8,46	kN	
Kuormat				Palkin tukireaktio yläpohjan omastap			
g <sub>k1</sub> (yläpohja yleensä ki	0,5	kN/m <sup>2</sup>		$B_{g,k} = \frac{F_{g,k} \cdot s_1 + F_{g,k} \cdot s_2}{L_1}$			
g <sub>k2</sub> (yläpohja räystään t	0,2	kN/m <sup>2</sup>		B <sub>g,k</sub>	1,01	kN	
q <sub>k</sub> (lumikuorma)	3	kN/m <sup>2</sup>		A <sub>g,k</sub>	1,06	kN	
Ominaiskuormien aiheuttamat voimasuureet				Palkin tukireaktio lumikuormasta			
L (ristikon jänneväli)	4	m		$B_{q,k} = \frac{F_{q,k} \cdot s_1 + F_{q,k} \cdot s_2}{L_1}$			
L <sub>1</sub> (kannatuspalkin jänr	2	m					
k (räystään kuormitusmi	0,75	m		B <sub>q,k</sub>	7,24	kN	
s (ristikon väli kk)	0,9	m		A <sub>q,k</sub>	7,61	kN	
s <sub>1</sub> (pistekuorma tuelta A	0,525	m		$A_{q,k} = 2 \cdot F_{q,k} - B_{q,k}$			
s <sub>2</sub> (pistekuorma tuelta A	1,425	m		Maksimimomentti yläpohjan painosta ja lumikuormasta			
s <sub>3</sub> (pistekuorma tuelta t	0,575	m		$M_{g,k} = B_{g,k} \cdot s_3$ $M_{q,k} = B_{q,k} \cdot s_3$			
s <sub>4</sub> (pistekuorma tuelta t	1,475	m					
Palkin lähtötiedot				M <sub>g,k</sub>	0,58	kNm	
h (korkeus)	245	mm		M <sub>q,k</sub>	4,16	kNm	
b (paksuus)	205	mm		Maksimileikkausvoima omastapainosta ja lumikuormasta			
l (ristikon b )	42	mm					
k <sub>mod</sub> (taulukko 3.1)	0,65			V <sub>g,k</sub>	1,06	kN	
k <sub>c90</sub> (kerto-S)	1,25			V <sub>q,k</sub>	7,61	kN	
d <sub>ef</sub>	205						

<b>KY1</b>					
<b><u>Maksimi taiputuskestävyys</u></b>				$M_d = 1,35 \cdot M_{g,k}$	
M,d	0,78	kNm	783333	Nm	
<b><u>Taiputusjännitys</u></b>					
σ,myd	0,38	N/mm <sup>2</sup>		$\sigma_{m,y,d} = \frac{6 \cdot M_d}{b \cdot h^2}$	
<b><u>Taiputuslujuus</u></b>			0,5		
f,md	8,57	N/mm <sup>2</sup>		$f_{m,d} = \frac{f_{m,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$	
<b><u>Mitoitusehto</u></b>					
				$\sigma_{m,y,d} \leq f_{m,d}$	
0,38	< tai =	8,57	<b>Palkki kestää</b>		
<b><u>LEIKKAUSKESTAVUUS</u></b>					
<b><u>Maksimi leikkausvoima</u></b>				$V_d = 1,35 \cdot V_{g,k}$	
V,d	1,43	kN	1432,18	N	
<b><u>Leikkausjännitys</u></b>					
t,d	0,04	N/mm <sup>2</sup>		$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{b_d \cdot h}$	
<b><u>Leikkauslujuus</u></b>			0,5		
f,vd	1,43	N/mm <sup>2</sup>		$f_{v,d} = \frac{f_{v,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$	
<b><u>Mitoitusehto</u></b>					
				$\tau_d \leq f_{v,d}$	
0,04	< tai =	1,43	<b>Palkki kestää</b>		

<b><u>TUKIPAINKESTÄVYYS</u></b>				
<b><u>Tukireaktio</u></b>			$F_d = 1,35 \cdot F_{g,k}$	
F <sub>d</sub>	1,40 kN		1397,25 N	
<b><u>Puristusjännitys palkissa</u></b>				
σ <sub>c90d</sub>	0,16 N/mm <sup>2</sup>		$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_d}{b \cdot \ell}$	
<b><u>Palkin puristuslujuus syysuuntaan vastaan</u></b>				0,5
f <sub>c90edge</sub>	0,89 N/mm <sup>2</sup>		$f_{c,90,edge,d} = \frac{f_{c,90,edge,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$	
<b><u>Tehollinen kosketuspinnan pituus</u></b>				
l <sub>cioef</sub>	42 mm			
<b><u>Tukipaine kerroin</u></b>				
k <sub>ci</sub>	1,25		$k_{c,\perp} = \frac{\ell_{c,90,ef}}{\ell} \cdot k_{c,90}$	
<b><u>Mitoitusehto</u></b>			$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,\perp} \cdot f_{c,90,d}$	
0,16	< tai =	1,12	Palkki kestää	

<b><u>KY2</u></b>	$G_{kj}(omapaino) + Q_{k,1}(lumi)$		
	$1,15 G_{kj}(omapaino) + 1,5 Q_{k,1}(lumi)$ (kaava B.2.3)		
<b><u>Maksimi taivutusmomentti</u></b>			
M,d	12,33	kNm	12327750,00 Nm
<b><u>Taivutusjännitys</u></b>			
$\sigma_{m,y,d}$	6,01	N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{m,y,d} = \frac{6 \cdot M_d}{b \cdot h^2}$
<b><u>Taivutulujuus</u></b>			
f,md	11,14	N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,d} = \frac{f_{m,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$
<b><u>Mitoitusehto</u></b>	$\sigma_{m,y,d} \leq f_{m,d}$		
6,01	< tai =	11,14	Palkki kestää
<b><u>LEIKKAUSKESTÄVYYS</u></b>			
<b><u>Maksimi leikkausvoima</u></b>			
V,d	12,6359	kN	$V_d = 1,15 \cdot V_{g,k} + 1,5 \cdot V_{q,k}$
	12635,9	N	
<b><u>Leikkausjännitys</u></b>			
t,d	0,38	N/mm <sup>2</sup>	$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{b_d \cdot h}$
<b><u>Leikkauslujuus</u></b>			
f,vd	1,86	N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,d} = \frac{f_{m,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$
<b><u>Mitoitusehto</u></b>			
0,38	< tai =	1,86	Palkki kestää

**TUKIPAINEKESTAVUUS****Tukireaktio**

F <sub>d</sub>	12,33 kN	$F_d = 1,15 \cdot F_{g,k} + 1,5 \cdot F_{q,k}$
	12327,8 N	

**Puristusjännitys palkissa**

$\sigma_{c,90d}$	1,43 N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_d}{b \cdot \ell}$
------------------	------------------------	--

**Palkin puristuslujuus syysuuntaa vastaan**

f <sub>c,90edg</sub>	1,16071 N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,90,edge,d} = \frac{f_{c,90,edge,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$
----------------------	---------------------------	--

**Tehollinen kosketuspinnan pituus**

l <sub>c,90ef</sub>	42 mm
---------------------	-------

**Tukipainekerroin**

k <sub>ct</sub>	1,25	$k_{c,\perp} = \frac{\ell_{c,90,ef}}{\ell} \cdot k_{c,90}$
-----------------	------	--

**Mitoitusehto**

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,\perp} \cdot f_{c,90,d}$$

1,43	< tai	1,45	Kestää
------	-------	------	--------

**Taipuma**

Hetkellinen taipuma pysyvistä kuormista

<b>Dof-pui</b> w <sub>instG</sub>	0,27 mm
-----------------------------------	---------

Hetkellinen taipuma muuttuvista kuormista

<b>Dof-pui</b> w <sub>instQ</sub>	0,8 mm
-----------------------------------	--------

Lopputaipuma

k <sub>def</sub>	0,8
------------------	-----

$$w_{fin} = [(1 + k_{def}) \cdot w_{inst,G} + (1 + 0,2 \cdot k_{def}) \cdot w_{inst,Q}]$$

W <sub>fin</sub>	0,61 mm
------------------	---------

Mitoitusehto

L= kannatuspalkin jänneväli

$$w_{fin} \leq \frac{L}{300}$$

0,61	< tai	6,66667	Kestää
------	-------	---------	--------

Palkin materiaali			Ristikikon tukireaktiot omapaino ja lumikuorma		
f <sub>m,k</sub> (taivutus syriälläään)	24	Nmm <sup>2</sup>	$F_{g,k} = \frac{L}{2} \cdot s \cdot g_{k1} + k \cdot s \cdot g_{k2}$		
f <sub>v,k</sub> (leikkaus syriälläään)	4	Nmm <sup>2</sup>	$F_{q,k} = \left( \frac{L}{2} + k \right) \cdot s \cdot q_k$		
f <sub>c,90,edgk</sub> (puristus poi	2,5	Nmm <sup>2</sup>			
E <sub>mod</sub> (kimmomoduli)	11000	Nmm <sup>2</sup>			
γ <sub>m</sub> (materiaalin osavar	1,4		omapaino (F <sub>g,k</sub> )	1,04	kN
k <sub>h</sub> (korjaus kerroin kun	1,0246		lumikuorma (F <sub>q</sub> )	7,425	kN
			kok.kuorma	8,46	kN
Kuormat			Palkin tukireaktio yläpohjan omastap		
g <sub>k1</sub> (yläpohja yleensä k)	0,5	kN/m <sup>2</sup>	$B_{g,k} = \frac{F_{g,k} \cdot s_1 + F_{g,k} \cdot s_2}{L_1}$		
g <sub>k2</sub> (yläpohja räystäään t	0,2	kN/m <sup>2</sup>	B <sub>g,k</sub>	1,09	kN
q <sub>k</sub> (lumikuorma)	3	kN/m <sup>2</sup>	A <sub>g,k</sub>	0,98	kN
Ominaiskuormien aiheuttamat voimasuureet			Palkin tukireaktio lumikuormasta		
L (ristikon jänneväli)	4	m	$B_{q,k} = \frac{F_{q,k} \cdot s_1 + F_{q,k} \cdot s_2}{L_1}$		
L <sub>1</sub> (kannatuspalkin jänne	1	m	B <sub>q,k</sub>	7,80	kN
k (räystäään kuormitusmi	0,75	m	A <sub>q,k</sub>	7,05	kN
s (ristikon väli kk)	0,9	m	$A_{q,k} = 2 \cdot F_{q,k} - B_{q,k}$		
s <sub>1</sub> (pistekuorma tuelta A	0,075	m	Maksimimomenti yläpohjan painosta ja lumikuormasta		
s <sub>2</sub> (pistekuorma tuelta A	0,975	m	$M_{g,k} = B_{g,k} \cdot s_3$		
s <sub>3</sub> (pistekuorma tuelta t	0,025	m	$M_{q,k} = B_{q,k} \cdot s_3$		
Palkin lähtötiedot			M <sub>g,k</sub>		
h (korkeus)	245	mm	M <sub>q,k</sub>		
b (paksuus)	205	mm	Maksimileikkauksvoima omastapainosta ja lumikuormasta		
I (ristikon b )	42	mm	V <sub>g,k</sub>	0,98	kN
k <sub>mod</sub> (taulukko 3.1)	0,65		V <sub>q,k</sub>	7,05	kN
k <sub>c90</sub> (kerto-S)	1,25				
d <sub>ef</sub>	205				

<b>KY1</b>					
<b>Maksimi taivutuskestävyys</b>				$M_d = 1,35 \cdot M_{g,k}$	
M,d	0,04	kNm	36677,8	Nm	
<b>Taivutusjännitys</b>					
σ,myd	0,02	N/mm <sup>2</sup>		$\sigma_{m,y,d} = \frac{6 \cdot M_d}{b \cdot h^2}$	
<b>Taivutuslujuus</b>			0,5		
f <sub>m,d</sub>	8,57	N/mm <sup>2</sup>		$f_{m,d} = \frac{f_{m,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$	
<b>Mitoitusehto</b>					
	$\sigma_{m,y,d} \leq f_{m,d}$				
0,02	< tai =	8,57	<b>Palkki kestää</b>		
<b>LEIKKAUSKESTAVUUS</b>					
<b>Maksimi leikkausvoima</b>				$V_d = 1,35 \cdot V_{g,k}$	
V,d	1,33	kN	1327,39	N	
<b>Leikkausjännitys</b>					
τ,d	0,04	N/mm <sup>2</sup>		$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{b_d \cdot h}$	
<b>Leikkauslujuus</b>			0,5		
f <sub>v,d</sub>	1,43	N/mm <sup>2</sup>		$f_{v,d} = \frac{f_{v,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$	
<b>Mitoitusehto</b>					
	$\tau_d \leq f_{v,d}$				
0,04	< tai =	1,43	<b>Palkki kestää</b>		



<b>TUKIPAINKESTAVYYS</b>				
<b>Tukireaktio</b>			$F_d = 1,35 \cdot F_{g,k}$	
F <sub>d</sub>	1,40 kN		1397,25 N	
<b>Puristusjännitys palkissa</b>				
σ <sub>c90d</sub>	0,16 N/mm <sup>2</sup>		$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_d}{b \cdot \ell}$	
<b>Palkin puristuslujuus suysuuntaan vastaan</b>			0,5	
f <sub>c90edg</sub>	0,89 N/mm <sup>2</sup>		$f_{c,90,edge,d} = \frac{f_{c,90,edge,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$	
<b>Tehollinen kosketuspinnan pituus</b>				
l <sub>cioef</sub>	42 mm			
<b>Tukipaine kerroin</b>				
k <sub>ci</sub>	1,25		$k_{c,\perp} = \frac{\ell_{c,90,ef}}{\ell} \cdot k_{c,90}$	
<b>Mitoitusehto</b>			$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,\perp} \cdot f_{c,90,d}$	
0,16	< tai =	1,12	<b>Palkki kestää</b>	

<b>KY2</b>	$G_{kf}(omapaino) + Q_{k,1}(lumi)$			
$1,15 G_{kf}(omapaino) + 1,5 Q_{k,1}(lumi)$				(kaava B.2.3)
<b>Maksimi taivutusmomentti</b>				
M,d	12,33	kNm	12327750,00	Nm
<b>Taivutusjännitys</b>				
$\sigma_{m,yd}$	6,01	N/mm2	$\sigma_{m,y,d} = \frac{6 \cdot M_d}{b \cdot h^2}$	
<b>Taivutulujuus</b>				
f <sub>m,d</sub>	11,14	N/mm2	$f_{m,d} = \frac{f_{m,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$	
<b>Mitoitusehto</b> $\sigma_{m,y,d} \leq f_{m,d}$				
6,01	< tai	11,14	<b>Palkki kestää</b>	
<b>LEIKKAUSKESTAVUUS</b>				
<b>Maksimi leikkausvoima</b>				
V <sub>d</sub>	11,7114	kN	$V_d = 1,15 \cdot V_{g,k} + 1,5 \cdot V_{q,k}$	
	11711,4	N		
<b>Leikkausjännitys</b>				
t <sub>d</sub>	0,35	N/mm2	$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{b_d \cdot h}$	
<b>Leikkauslujuus</b>				
f <sub>v,d</sub>	1,86	N/mm2	$f_{v,d} = \frac{f_{v,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$	
<b>Mitoitusehto</b>				
0,35	< tai	1,86	<b>Palkki kestää</b>	

<b>TUKIPAINEKESTAVYYS</b>			
<b><u>Tukireaktio</u></b>			
F <sub>d</sub>	12,33 kN	$F_d = 1,15 \cdot F_{g,k} + 1,5 \cdot F_{q,k}$	
	12327,8 N		
<b><u>Puristusjännitys palkissa</u></b>			
σ <sub>c90d</sub>	1,43 N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_d}{b \cdot \ell}$	
<b><u>Palkin puristuslujuus syysuuntaa vastaan</u></b>			
f <sub>c90edg</sub>	1,16071 N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,90,edge,d} = \frac{f_{c,90,edge,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$	
<b><u>Tehollinen kosketuspinnan pituus</u></b>			
l <sub>c90ef</sub>	42 mm		
<b><u>Tukipaine kerroin</u></b>			
k <sub>ct</sub>	1,25	$k_{c,\perp} = \frac{\ell_{c,90,ef}}{\ell} \cdot k_{c,90}$	
<b><u>Mitoitusehto</u></b>			
$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,\perp} \cdot f_{c,90,d}$			
1,43	< tai	1,45	Kestää
<b><u>Taipuma</u></b>			
Hetkellinen taipuma pysyvistä kuormista			
<b>Dof-pui</b> W <sub>instG</sub>	0,02 mm		
Hetkellinen taipuma muuttuvista kuormista			
<b>Dof-pui</b> W <sub>instQ</sub>	0,05 mm		
Lopputaipuma			
k <sub>def</sub>	0,8		
$w_{fin} = [(1 + k_{def}) \cdot w_{inst,G} + (1 + 0,2 \cdot k_{def}) \cdot w_{inst,Q}]$			
W <sub>fin</sub>	0,04 mm		
<b>Mitoitusehto</b>			
L= kannatuspalkin jänneväli			$w_{fin} \leq \frac{L}{300}$
0,04	< tai	3,33333	Kestää

## Mökki

## Perustukset

	materiaali menekki	yksikkö	hukka %	materiaali kustannus €	kustannus yhteensä €
Routaeriste XPS	45	m2	1,1	10,69	529,155
Antura (Lammintassu)	11	kpl	1	26,4	290,4
Harkko	33	kpl	1	2	66
Betoni	1,5	m3	1,1	106,5	175,725
salaojitus	40	m	1	4,33	173,2
Routaeriste EPS	36	m2	1,1	3,26	129,096

## Alapohja

Haltipalkki 2kpl 50x150 painekehyllästetty	12	m	1,1	2,97	39,20
Puupalkisto 48x198	44,00	m	1,1	3,38	163,59
Finnfoam FI k600 250/65	20,25	m2	1,1	41	913,28
Vaneri 22mm	20,25	m2	1,15	12,42	289,23
Kipsilevy 2x	40,50	m2	1,1	8,37	372,88
Lankkuparketti	20,25	m2	1,1	26,53	590,96

## Märkätila

Kipsilevy	3,75	m2	1,1	8,37	34,53
Tasoite + vedeneristys	3,75	m2	1,1	29,24	120,62
Lattia laatat, laasti,sau- maus,silikoni	3,75	m2	1,1	31,95	131,79

## Yläpohja

sisäverhouslauta 15x95 paneeli	258	m	1,1	1,62	459,76
Hyörynsulkupahvi	25	m2	1,15	0,57	16,39
Villa (puhallettuna	10	m3	1,1	35	385,00
kattovaneri 18mm	45	m2	1,15	12,42	642,74
Huopa tiivissaumakate	90	m	1,1	12,5	1237,50
kattoristikko	8	kpl	100		800,00

YHT: 7561,03  
alv. 0%

Kaikki YHT:	
hirsi	24733,92
kappaleta- vara	18729,23

## Liite 7 2(3)

**Seinäpinta-ala 50m2**

Ulkoerhouspaneeli (hirsi)	250	m	1,1	2,9	797,5
koolaus 22x100	100	m	1,1	0,73	80,3
tuulensuojalevy 12mm	50	m2	1,15	2,86	164,45
Runkotolppa 48x198	130	m	1,1	3,41	487,63
Villa 2kpl 100mm	100	m2	1,1	9,95	1094,5
Hyörynsulku	50	m2	1,15	0,92	52,9
koolaus 22x100	90	m	1,1	0,73	72,27
sisäerhouspaneeli (hirsi)	192	m	1,1	2,5	528

Liimapuupalkki 90x270x6000	4	kpl		160	640
-------------------------------	---	-----	--	-----	-----

YHT: 3917,55 alv. 0%

**Polarhouse**

Lämpöhirsi elementti					25-30 000
----------------------	--	--	--	--	-----------

<b>Kemijärven hirsi</b>	menekki	yksikkö	hukka %	materiaalin hintaa	kustannus yht €
Hirsi + oheismateriaali	245	m	1	39,9	9775,5
Hirsipaneeli	46	m	1,1	2,9	146,74

YHT: 9922,24 alv. 0%

**Märkätila ja väliseinät**

Riippuen materiaaleista

750

**Materiaalit yhteensä**

Hirsi

10672,24 alv 0%

Kappaletavara

4667,55 alv 0%

<b>Muut</b>	kpl	hinta	yht: €
Ulko-ovi (Ryhti jyrävä piklas ovi )	1	970	970
Väli-ovi	1	80,6	80,6
Ikkuna 20x21	3	605	1815
Ikkuna 10x21	1	379	379
Ikkuna 20x10	1	314,5	314,5
Ikkuna 20x5	2	225,8	451,6
Ikkuna 10x5	1	161,2	161,2

Ikkunoiden hinnat PIKLAS sivun hinnoilla alv. 0%

YHT: 4171,9

<b>wc-kalusteet</b>	€		
pönttö	1	kpl	250
pesuallas	1	kpl	200
suihku	1	kpl	200

YHT: 650

			€	yht €
Vesikuoru	7,5	m	6	45
Syöksy	2	kpl	65	130
Lattialämmitys			400	400

Yht: 575

<b>Maatyöt</b>	määrä m3	€/m3	
Maanpoisto	50	2	100
Täyttö	25	28,31	707,75

	€/h	h	
Kaivinkone	74	2	148
Kaivinkone	74	2	148

Yht: 1103,75

Kaikki

Yht: 6500,65 alv 0%